

## PHOTO SEMICONDUCTOR DEVICE

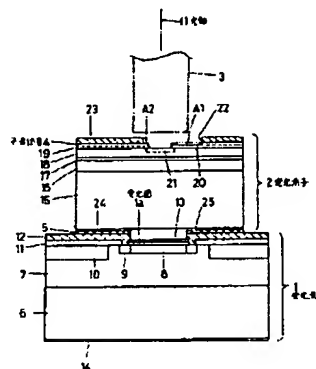
[71] Applicant: MATSUSHITA  
ELECTRIC IND CO

[72] Inventors: SUGIURA HIDEYUKI;  
NAGAO SHIGERU

[21] Application No.: JP63305620

[22] Filed: 19881201

[43] Published: 19900611



[Go to Fulltext](#)

[Get PDF](#)

[57] Abstract:

PURPOSE: To improve reliability, and effectively enable optical communication by eliminating a part of the region across which incident light of a semiconductor layer formed on the main surface of a light emitting element traverses.

CONSTITUTION: The title device is provided with a photo detector 1 and a light emitting element 2 which is arranged on the photo receiving surface 1a side of the photo detector 1 and commonly possesses an optical axis 11 together with the photo detector 1. On the main surface of the light emitting element 2, a P-type semiconductor layer 4 is formed. The greater part A1 of the region of the P-type semiconductor layer 4, across which an incident light from an optical fiber 3 traverses is eliminated by etching and the like. As a result, the attenuation of the incident light due to the semiconductor layer 4 is prevented, and the sufficiently intensive light can be made to enter the light receiving surface 1a of the photo detector 1. Thereby, the light receiving sensitivity can be improved, and the efficiency of optical communication can be remarkably improved. COPYRIGHT: (C) 1990, JPO&Japio

[51] Int'l Class: H01L03112

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-151084

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成2年(1990)6月11日

H 01 L 31/12

J

7733-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭発明の名称 光半導体装置

⑯特 願 昭63-305620

⑰出 願 昭63(1988)12月1日

⑱発明者 杉 浦 秀 幸 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑱発明者 長 尾 茂 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 ⑲出願人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地  
 ⑳代理人 弁理士 宮井 暎夫

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光半導体装置

## 2. 特許請求の範囲

受光素子と、この受光素子の受光面に配置されこの受光素子とその光軸を共有する発光素子とを備え、この発光素子を透過した到来光が前記受光素子によって受光される光半導体装置において、

前記発光素子の主面に形成した半導体層の前記到来光が横切る領域の少なくとも一部を除去したことを特徴とする光半導体装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、光通信などで好適に実施される光半導体装置に関するものである。

(従来技術)

光ファイバを用いた光通信では、発光素子から送信すべきデータに対応する変調を施した光(以下「変調光」という)を発生させ、この変調光を前記光ファイバにその一端から入射させ、光フ

ィバ内を伝播した前記変調光を光ファイバの他端に配した受光素子で受光するようにしてデータ伝送が行われる。前記発光素子にはたとえば、短波長ではGaAlAs発光ダイオードが、また長波長ではInGaAsP-発光ダイオードが主に用いられ、受光素子にはたとえば、短波長ではSi-PINフォトダイオードが、長波長ではGeまたはInGaAs-PINフォトダイオードが使用される。

上述のような装置では、前記発光素子および受光素子はそれぞれ個別の部品として構成されており、したがって双方向データ伝送を行うためには、上述のような装置が2組必要となる。このため光ファイバの長さがデータ伝送を行う2地点間の距離の約2倍となりコスト高となる問題がある。

この問題を解決するために従来では、光ファイバの両端に分波器を配置し、この分波器に発光素子と受光素子とを取り付けて、双方向のデータ伝送に1本の光ファイバを共有するようにしている。ところがこのような装置では、発光素子からの光が前記分波器で減衰されて光ファイバ内に送出さ

れ、さらにこの減衰された光が分波されて受光素子に入射することになるため、入射光の強度は分波器が存在しない場合の半分以下となり、データ伝送を効率良く行うことができないという問題がある。

このため受光素子上に発光素子を重ねて配置するとともに、受光面の中心軸と発光径の中心軸とを一致させ、これらを単一のパッケージ内に納め、光ファイバを介する到来光が前記発光素子を透過して受光素子の受光面に入射するような光半導体装置が提案されている。このような装置によれば、分波器を用いないので、光ファイバの一端に配置したこの光半導体装置の発光素子からの光を、光ファイバの他端に配した光半導体装置の受光素子に効率良く導くことができる。

この光半導体装置では、下側の受光素子の受光面に効率良く光を導くために、前記発光素子の表面の金属電極と接着面となる裏面の金属電極との双方に、中心軸が受光面の中心軸と一致し、しかも光ファイバの径よりも大きな径を有する窓が形

ロ構造の GaAlAs 発光ダイオード（以下「発光ダイオード」という）を用いた場合には、前記到来光の減衰は、GaAs 活性層において顕著であり、この活性層の層厚を小さくすることによって前記入射光強度の低下が抑えられ、したがって受光感度が向上されることが実験によって確かめられている。ところが前記活性層の層厚を小さくした発光ダイオードでは、通常の発光ダイオード（活性層の層厚は  $1 \sim 1.5 \mu\text{m}$ ）に比較して、発生する光強度の経時変化が大きくなる場合があり、光通信の信頼性の低下をもたらす可能性がある。

この発明の目的は、信頼性が向上され、かつ効率良く光通信を行うことができる光半導体装置を提供することである。

（課題を解決するための手段）

この発明の光半導体装置は、発光素子の主面に形成した半導体層の到来光が横切る領域の少なくとも一部を除去したことを特徴とする。

（作用）

この発明の構成によれば、発光素子の発光径の

成されており、これによって受光素子への入射光の強度の向上が図られている。また発光素子と光ファイバとの結合効率を向上するために、発光素子の発光領域の径は前記光ファイバのコア径よりも小さく選ばれる。したがって発光素子を逆バイアスの電流狭窄構造として前記発光領域を小さくしたうえで、金属電極からこの金属電極の前記窓の中央部付近に配置した前記発光領域に電流を導くための経路を形成する必要がある。このため、たとえば  $Zn$  元素の熱拡散、イオン注入などの方法で前記金属電極と発光領域との間に P 型半導体層を形成するようにしてこの P 型半導体層を前記経路としている。

（発明が解決しようとする課題）

上述のような光半導体装置では、光ファイバからの到来光は発光素子を透過して、この発光素子の後方に配置した受光素子の受光面に入射する。したがって前記到来光は、発光素子を構成する複数の半導体層内などで吸収され、その強度が著しく低下する。たとえば発光素子としてダブルヘテ

中心軸と受光素子の受光面の中心軸とを一致させて両素子が配置される。前記発光素子は前記受光素子の受光面側に配置され、受光素子の受光面には発光素子を透過した到来光が入射する。この発光素子の主面には半導体層が形成されており、前述の活性層以外にもこの半導体層でも前記到来光が吸収されその強度が著しく減衰するが、この発明では前記到来光が横切る領域の少なくとも一部の前記半導体層を除去しているので、到来光の減衰を防いで十分な強度を有する光を受光素子の受光面に入射させることができる。しかも前記提案例のように活性層の層厚を小さくすることなく到来光の吸収が防がれるので、発光素子の発光強度に経時変化が生じることはない。

（実施例）

第 1 図はこの発明の一実施例の光半導体装置の基本的な構成を示す断面図であり、第 2 図は第 1 図に示された構成の平面図である。この光半導体装置は、受光素子 1 と、この受光素子 1 の受光面 1a 側に配置されこの受光素子 1 と光軸 L1 を共

有する発光素子2とを備え、たとえば光ファイバ3の一端に配置されてこの光ファイバ3の他方に配置される同様な光半導体装置(図示せず)との間で光通信を行う。前記発光素子2の主面には後述するP型半導体層4が形成されており、このP型半導体層4はその前記光ファイバ3からの到来光が横切る領域の大部分(参照符号A1で示す部分)がエッチングなどによって除去されている。

前記受光素子1と発光素子2とは絶縁膜5を介して接着されており、これによってこれらを電気的に分離して各機能を独立に働かせることができるようにしているとともに、光ファイバ3との結合時における相互の光軸合せを不要にしている。また、発光素子2と光ファイバ3の間には発光素子2から発生した光、および光ファイバ3からの到来光を細く絞り込むための微小球レンズ(図示せず)が設けられている。この実施例においては、前記受光素子1としてはSi-PINフォトダイオードが、発光素子2としてはGaAs発光ダイオードが用いられている。

キシャル成長法によって連続的に形成し、この後に前記n型GaAs基板をエッチングによって除去するようにして作製される。このようにしてこの発光素子2は、 $n_1$ -GaAs閉じ込め層16と $P_2$ -GaAs閉じ込め層18との間に $P_1$ -GaAs活性層17を形成して、この $P_1$ -GaAs活性層17にキャリアを閉じ込めるようにしたダブルヘテロ構造とされている。

前記 $n_2$ -GaAs電流狭窄層19には、光軸L1付近に直径40 $\mu$ mの窓20がエッチングにより形成される。この後前記 $n_2$ -GaAs電流狭窄層19および前記窓20から露出する $P_2$ -GaAs閉じ込め層18表面にZn拡散を施して、 $n_2$ -GaAs電流狭窄層19表面をP型に改質してP型半導体層4を形成するとともに、前記露出する $P_2$ -GaAs閉じ込め層18表面にP<sup>+</sup>層21が形成される。前記P型半導体層4表面には光ファイバ3よりも径の大きな窓22を形成したP側電極23(第2図には斜線を付して示す。)が蒸着される。また前記 $n_1$ -GaAs基板層15の絶

前記受光素子1は、n型Si基板6上に高抵抗のi(n<sup>+</sup>)層7を形成(ドーピングには焼を用いている。)し、このi層7表面の中央部付近にP<sup>+</sup>層8を拡散によって形成し、このP<sup>+</sup>層8表面に反射防止膜13を形成してこの反射防止膜13表面を受光面1aとして構成されている。この受光面1aは0.15mm $\phi$ の大きさであって、この受光面1aを形成する前記P<sup>+</sup>層8の周囲にはボロン拡散によるガードリング9が形成され、このガードリング9の周囲にはさらに焼拡散によってチャネルストップ10が形成される。このチャネルストップ10から前記ガードリング9にわたる領域に酸化皮膜11が形成され、この酸化皮膜11上にP側電極12が蒸着されて前記ガードリング9に接続される。14はN側電極である。

発光素子2は、Siをドーブしたn型GaAs基板(図示せず)上に $n_1$ -GaAs基板層15、 $n_1$ -GaAs閉じ込め層16、 $P_1$ -GaAs活性層17、 $P_2$ -GaAs閉じ込め層18、および $n_2$ -GaAs電流狭窄層19を通常の液相エピタ

結膜5に対向する表面にはN側電極24が形成される。このN側電極24には前記窓22に整合し、前記受光素子1の受光面1aよりも径の大きな窓25が形成されている。

なお第2図において、31は前記N側電極24に接続したワイヤボンディングパッドであり、32は受光素子1の前記P側電極12に接続したワイヤボンディングパッドである。

P型電極23とN型電極24との間に順方向のバイアス電圧が印加されるとき、前記 $P_2$ -GaAs閉じ込め層18と $n_2$ -GaAs電流狭窄層19との間は逆バイアスとなり、P型電極23からの電流はP型半導体層4内に狭窄されて前記P<sup>+</sup>層21に流れ込む。このようにしてこの発光素子2では発光領域が前記P<sup>+</sup>層21が形成された比較的小きな径の領域とされ、これによって光ファイバ3とこの発光素子2との結合効率の向上が図られている。

この実施例では、 $n_2$ -GaAs電流狭窄層19表面を改質して形成した前記P型半導体層4は、

参照符号A1で示す部分がエッチングによって除去され、P側電極23からの電流は参照符号A2で示す電流導入部分から前記P<sup>+</sup>層21に流れ込むようにされる。すなわち前記P型半導体層4においてその光ファイバ3に対向する部分の大半は除去される。前記P型半導体層4は高濃度の半導体層であって前記P<sub>1</sub>-GaAs活性層17とともに極めて光を吸収しやすい。したがって光ファイバ3からの到来光が横切る窓22から露出する部分の大半の前記P型半導体層4を除去することによって、光ファイバ3からの到来光の発光素子2を透過することによる減衰を低減することができ、したがって受光素子1の受光面1aに比較的高い強度の光を入射させることができるようになる。このようにして光半導体装置の受光感度が向上され、光通信を効率良く行うことができるようになる。

本件発明者の実験によれば、受光素子1の受光感度は、P型半導体層4において前述の参照符号A1で示す部分を除去しない場合には約0.16 A/W

さらにまた、発光素子の主面にn型半導体層が形成される場合には、このn型半導体層の少なくとも一部を除去することによって受光素子への光の強度を向上することができる。

#### (発明の効果)

この発明の光半導体装置によれば、発光素子の主面に形成された半導体層の、到来光が横切る領域の少なくとも一部を除去しているので、前記到来光の前記半導体層による減衰を防いで、十分な強度を有する光を受光素子の受光面に入射させることができる。したがって受光感度を向上することができるとともに、光通信の効率が格段に向上される。しかも前述の提案例のように活性層の層厚を小さくすることなく到来光の吸収が防がれるので、発光素子の発光強度に経時変化が生じることもなく、したがって前記提案例に比較してその信頼性が格段に向上される。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例の光半導体装置の基本的な構成を示す断面図、第2図は第1図に示

であったのに対し、この部分を除去した場合には約0.18 A/Wとなり、1割以上向上されることが確かめられている。

さらにP<sub>1</sub>-GaAs活性層17の層厚は従来と同等の大きさとすることができるので、前述の提案例に比較してこの実施例の光半導体装置は、発光素子の発光強度の経時変化が問題となることはなく、したがって前記提案例に比較して光通信における信頼性が格段に向上される。

なお、前述の実施例の説明において示した受光面1aの大きさ、および窓20の大きさなどの数値は一例であって、それらに限定されるものではない。

また、前述の実施例においては、受光素子1としてSi-PINフォトダイオードを、また発光素子2としてGaAs発光ダイオードを例にとりて説明したが、この発明はたとえば、InGaAs受光素子とInP発光素子とを、両者の光軸を一致させて組合せて構成した光半導体装置などに対して広く実施することができる。

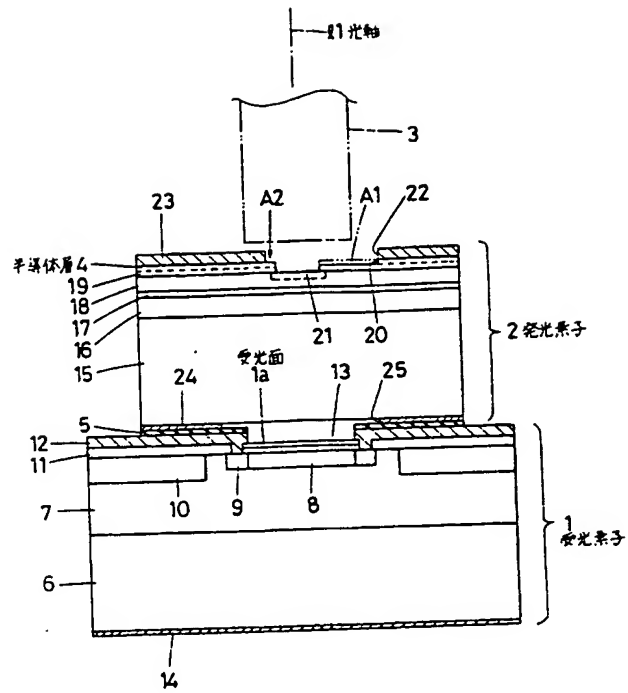
された構成の平面図である。

1…受光素子、1a…受光面、2…発光素子、  
3…光ファイバ、4…P型半導体層、17…  
P<sub>1</sub>-GaAs活性層、19…n<sub>1</sub>-GaAs電流狭窄層、  
21…P<sup>+</sup>層、22…窓、21…光軸

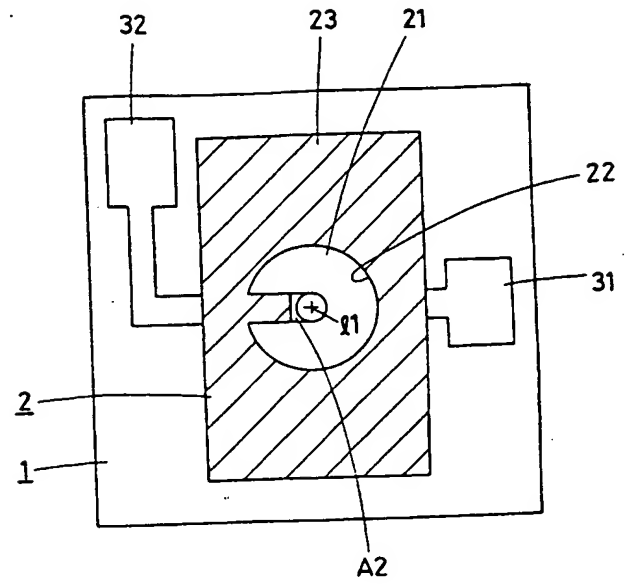
特許出願人 松下電器産業株式会社

代理人 弁理士 宮井 咲夫





第 1 図



第 2 圖